

Avaliação tecnológica de quatro cultivares de cana-de-açúcar em função da infestação de *Diatraea saccharalis* em Pedro Afonso, TO - estudo de caso

Technological evaluation of four sugarcane cultivars as a function of *Diatraea saccharalis* infestation in Pedro Afonso, TO - case study

Evaluación tecnológica de cuatro cultivares de caña de azúcar en función de la infestación de *Diatraea saccharalis* en Pedro Afonso, TO - estudio de caso

Recebido: 15/09/2022 | Revisado: 28/09/2022 | Aceitado: 01/10/2022 | Publicado: 08/10/2022

André Bastos Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7599-7747>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: andrebastos956@gmail.com

Bruno Barros Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9268-5590>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: brunobarrossousa20189@gmail.com

Rosângela Aparecida Pereira de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0047-7242>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: rosangela.oliveira@iescfag.edu.br

Carla Regina Rocha Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2428-4709>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: carla.guimaraes@iescfag.edu.br

Fernando Barnabé Cerqueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2568-4296>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: fernando.cerqueira@iescfag.edu.br

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica de quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em função da I.I. (Intensidade de Infestação) de broca da cana-de-açúcar (*Diatraea Saccharalis*). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (CTC9001BT, CTC20BT, CTC9001 e RB975952) e seis repetições. Os parâmetros avaliados foram I.I. (Intensidade de Infestação), °Brix (Teores de Sólidos Solúveis), TCH (Total de Cana por Hectare), Fibra, Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente). Em I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea Saccharalis*, as cultivares CTC9001BT e CTC20BT apresentaram os menores percentuais, com 0,71% e 0,89% respectivamente. Em °Brix (Teores de Sólidos Solúveis), não houve diferença. Em TCH (Total de Cana por Hectare), a variedade CTC20BT teve o maior resultado com média de 79,63 t/h. Em Fibra, as cultivares CTC9001BT e RB975952 apresentaram as maiores médias, 12,86% e 13,09% respectivamente. Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente) não tiveram diferenças significativas. Neste estudo, diferentes infestações de *Diatraea Saccharalis*, apresentaram pouca influência sobre a qualidade tecnológica das variedades de cana-de-açúcar. Parâmetros como °Brix (Teores de Sólidos Solúveis), Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente), não tiveram diferenças, já as variáveis que diferiram foram TCH (Total de Cana por Hectare) e Fibra.

Palavras-chave: *Saccharum*; Broca da cana-de-açúcar; Análise tecnológica.

Abstract

The objective of the present work was to evaluate the technological quality of four sugarcane (*Saccharum* spp.) cultivars as a function of I.I. (Intensity of Infestation) of sugarcane borer (*Diatraea Saccharalis*). The design used was completely randomized with four treatments (CTC9001BT, CTC20BT, CTC9001 and RB975952) and six replications. The parameters evaluated were I.I. (Intensity of Infestation), °Brix (Contents of Soluble Solids), TCH (Total Sugarcane per Hectare), Fiber, Purity and Pol Broth (Apparent Sucrose). In I.I. (Intensity of Infestation) of *Diatraea Saccharalis*, cultivars CTC9001BT and CTC20BT showed the lowest percentages, with 0.71% and 0.89% respectively. In °Brix (Contents of Soluble Solids), there was no difference. In TCH (Total Sugarcane per Hectare), the CTC20BT variety had the highest result with an average of 79.63 t/h. In Fiber, cultivars CTC9001BT and RB975952 presented the highest averages, 12.86% and 13.09% respectively. Purity and Pol Broth (Apparent Sucrose) had no significant differences. In this study, different infestations of *Diatraea Saccharalis* had little influence on the technological quality of sugarcane

varieties. Parameters such as °Brix (Contents of Soluble Solids), Purity and Pol Broth (Apparent Sucrose), had no differences, since the variables that differed were TCH (Total Sugarcane per Hectare) and Fiber.

Keywords: *Saccharum*; Sugarcane borer; Technological analysis.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad tecnológica de cuatro cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en función del I.I. (intensidad de infestación) del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea Saccharalis*). El diseño utilizado fue completamente al azar con cuatro tratamientos (CTC9001BT, CTC20BT, CTC9001 y RB975952) y seis repeticiones. Los parámetros evaluados fueron I.I. (Intensidad de Infestación), °Brix (Contenido de Sólidos Solubles), TCH (Total de Caña por Hectárea), Fibra, Pureza y Caldo Pol (Sacarosa Aparente). En I. I. (Intensidad de Infestación) de *Diatraea Saccharalis*, los cultivares CTC9001BT y CTC20BT presentaron los porcentajes más bajos, con 0,71% y 0,89% respectivamente. En °Brix (Contenido de Sólidos Solubles), no hubo diferencia. En TCH (Total de Caña de Azúcar por Hectárea), la variedad CTC20BT tuvo el mayor resultado con un promedio de 79,63 t/h. En Fibra, los cultivares CTC9001BT y RB975952 presentaron los promedios más altos, 12,86% y 13,09% respectivamente. Purity y Caldo Pol (Sacarosa Aparente) no tuvieron diferencias significativas. En este estudio, diferentes infestaciones de *Diatraea Saccharalis* tuvieron poca influencia en la calidad tecnológica de las variedades de caña de azúcar. Parámetros como °Brix (Contenido de Sólidos Solubles), Pureza y Caldo Pol (Sacarosa Aparente), no tuvieron diferencias, ya que las variables que difirieron fueron TCH (Total de Caña por Hectárea) y Fibra.

Palabras clave: *Saccharum*; Barrenador de la caña de azúcar; Análisis tecnológico.

1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é uma espécie da família *Poaceae*, tribo *Andropogoneae*, e gênero *Saccharum*, sendo considerada uma cultura semiperene. Seu ancestral, segundo Lopes (2011), teve origem em duas principais regiões: a primeira no sudeste asiático e a segunda refere-se a Austrália, Nova Guiné e ilhas próximas. No Brasil, as condições climáticas favoreceram para o início do cultivo durante o período colonial, passando a movimentar a atividade econômica. Se expandiu na região nordeste onde a atividade ganhou força e capacidade para financiar a exploração colonial (Oliveira & Mendes, 2014).

Atualmente, tem importância como a principal matéria-prima utilizada para produção do etanol e açúcar. A segunda estimativa para a safra 2022/23 indica uma produção de 572,9 milhões de toneladas, a área de colheita destinada à atividade sucroalcooleira passa para 8.127,7 mil hectares (CONAB, 2022). Estima-se que, somente no terceiro trimestre de 2016, a cadeia produtiva da cana-de-açúcar tenha gerado mais de 1/5 do Produto Interno Bruto - PIB do agronegócio brasileiro, com um produto de R\$ 152,3 bilhões e, no mesmo ano, os derivados da cana-de-açúcar representaram 5,0% das exportações (IBGE, 2017).

Assim como em outras culturas, a cana-de-açúcar também está sujeita a ataques de vários insetos-pragas, em destaque pela praga de maior importância para a cultura no Brasil, a broca da cana (*Diatraea saccharalis*) Fabr. (Lepidoptera: Crambidae). Sua importância se dá por reduzir significativamente a produtividade e a qualidade da matéria-prima (Dinardo-Miranda, 2008). As lagartas de *Diatraea saccharalis* causam danos diretos e indiretos, os diretos decorrentes da alimentação da lagarta que, depois de 4 a 9 dias da postura, as larvas recém-eclodidas começam a se alimentar do parênquima foliar, depois penetram no caule perfurando sua área dorsal cavando galerias até atingirem a idade adulta (Gallo et al., 2002). Nos danos indiretos fungos provocam a inversão da sacarose e o sintoma conhecido como podridão vermelha, principalmente *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum*, que penetram através dos orifícios e galerias feitos pela broca (Gallo et al., 2002).

De acordo com Dinardo-Miranda (2008), cultivares de cana-de-açúcar interferem nas populações de *Diatraea Saccharalis* e, não há dúvidas de que a broca tem preferência por certas variedades e dependendo da cultivar desenvolvida, há diferenças na capacidade reprodutiva da praga. Desta maneira, a utilização de variedades resistentes é uma das técnicas oportunas em um plano de manejo integrado (Smith, 2005). Além disso, são imprescindíveis informações acerca do desempenho de variedades de cana-de-açúcar com relação aos ataques de *Diatraea Saccharalis*, uma vez que direcionam a escolha de locais para liberação de parasitoides e levantamentos populacionais (Dinardo-Miranda et al., 2013).

Com base nisso, surge a seguinte problemática: a broca da cana (*Diatraea Saccharalis*) pode exercer influência sobre a qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar?

Diante disso, justifica-se esse trabalho pela importância exercida pelos derivados da cana-de-açúcar dentro desta importante cadeia produtiva, tanto a nível de Brasil quanto mundial. De modo que na indústria alimentícia, o açúcar tem papel indispensável, e para a indústria energética, no ponto de vista sustentável, o álcool e a bioenergia como fontes de energias renováveis. Assim, para o fornecimento desta matéria-prima com qualidade para a indústria, se faz necessário um estudo das variedades que se sobressaíam diante de pragas que provocam perdas de produtividade e qualidade.

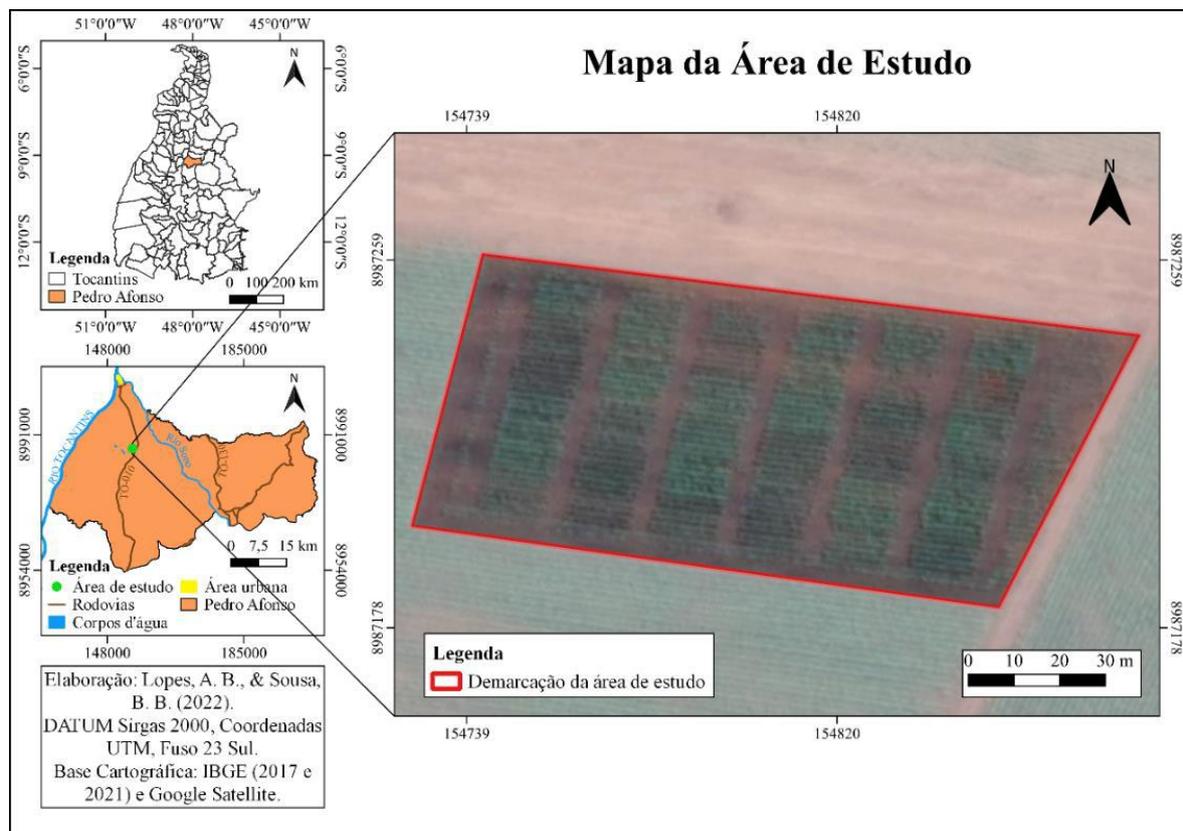
Pelo exposto, o presente artigo tem como objetivo avaliar a qualidade tecnológica de quatro cultivares de cana-de-açúcar, em função da infestação de broca da cana (*Diatraea Saccharalis*). Para isso, serão avaliados a I.I. (Intensidade de Infestação) da broca, assim como também parâmetros tecnológicos da cana.

2. Materiais e Métodos

2.1 Localização

O trabalho foi realizado em campo, em uma área no município de Pedro Afonso, TO/Brasil (figura 1), de 10 de julho de 2020 a 12 de julho de 2021. O local situa-se na latitude $9^{\circ}08'56.1''S$ e longitude $48^{\circ}08'26.4''W$, altitude de 275m. O clima do município, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (tropical de savana), com inverno seco e verão chuvoso, a pluviosidade média anual é de 1.733mm, os meses com menor média de precipitações vão de maio a setembro (53mm, 9mm, 7mm, 14mm, e 64mm respectivamente) e a temperatura média anual é de $26,5^{\circ}C$ (Alvares et al., 2013).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 1, observa-se que a área fica próximo a TO-010 (rodovia estadual) e, aproximadamente, a 18km de distância do perímetro urbano do município. A escolha do local se deu por ser um ambiente naturalmente infestado pela *Diatraea*

Saccharalis, com ocorrências de seus sintomas característicos como abertura de galerias e consequentemente perda da parte interna de colmos em canaviais da região, além de ser uma região bastante utilizada em práticas da agricultura, nos últimos anos com a cultura da cana-de-açúcar.

2.2 Preparo e Manejo do Solo

Primeiramente, realizou-se a limpeza da área, em seguida, foram coletadas amostras do solo, e, de acordo com as análises físicas e químicas, o solo foi classificado como latossolo vermelho distrófico, com características de ambiente de produção C, ou seja, médias condições físicas e hídricas, necessitando de sistemas de irrigação para desenvolver um ambiente mais favorável para cultivos. Através da definição do ambiente de produção, foi possível determinar o manejo da água a ser adotado, onde foi utilizado o Hidro Roll, conhecido também como carretel, para realizar a irrigação do experimento.

O ambiente de produção é a interação de características presentes no solo e no clima de uma região, profundidade, fertilidade e textura do solo e água, são algumas. Segundo Bertolani et al. (2015), os solos que pertencem ao ambiente A, o desenvolvimento e produtividade da cultura possuem melhor potencial; já os solos de ambiente B, com menor potencial comparado com os de ambiente A; e assim sucessivamente até os solos com menor potencial incluídos no ambiente E.

A partir dos resultados da análise de solo, foi realizado calagem com aplicação de calcário visando correção da acidez do solo e o fornecimento de macronutrientes importantes como cálcio e magnésio, após, foi feita uma gradagem, aração e subsolagem para incorporação do calcário ao solo e para que as barreiras sejam quebradas, ou seja, descompactar o solo da área. E após 60 dias, com uso de um trator sulcador, os sulcos para plantio foram abertos (Figura 2) e o plantio foi realizado manualmente a partir de cana-planta, sendo os sulcos fechados com a utilização de enxadas.

Figura 2. Área preparada para o plantio.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 2 acima, é ilustrada a área preparada para o plantio, de modo que é possível observar os sulcos que receberão os colmos das canas durante o plantio.

2.3 Tratamentos e Delineamento Estatístico

O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro variedades de cana-de-açúcar: CTC20BT, CTC9001BT (cultivares Bt), CTC9001 e RB975952 (cultivares

não-Bt). As variedades Bt e a CTC9001 foram desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) em Piracicaba/SP, já a RB975952 pela Ridesa/UFSCar - Universidade Federal de São Carlos.

2.4 Variáveis e Levantamento dos Dados

As variáveis avaliadas foram: I.I. (Intensidade de Infestação), °Brix (Teores de Sólidos Solúveis), TCH (Total de Cana por Hectare), Fibra, Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente). A I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea Saccharalis* foi determinada utilizando a metodologia descrita por Gallo et al. (2002), conforme fórmula:

$$I.I. = 100 \times \frac{\text{Número de internódios broqueados}}{\text{Número total de internódios}}$$

Para isso, foram coletados, de forma casualizada, 10 colmos de cana em cada repetição. Os colmos foram cortados longitudinalmente utilizando ferramentas cortantes (podões) (Figura 3) e feita a contagem do n° de internódios broqueados e do total de internódios. O levantamento dos dados foi realizado após 12 meses e 2 dias do plantio, no dia 12 de julho de 2021.

Figura 3. Ferramentas utilizadas durante o levantamento dos dados.



Fonte: Autores (2022).

Como pode ser observado na figura 3, ferramentas cortantes foram utilizadas para cortar as canas, e dessa forma, foi necessário também a utilização de luvas como equipamento de proteção individual para evitar quaisquer acidentes.

2.5 Análise Estatística

Para obter homogeneidade entre as variâncias, os dados de I.I. (Intensidade de Infestação) foram transformados em raiz quadrada $\sqrt{x + 0,5}$. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR 5.8 (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

3.1 Intensidade de Infestação

Na variável I.I. (Intensidade de Infestação) houve variação entre os tratamentos (F=19,011, P=0,0000), as variedades

de cana-de-açúcar CTC9001BT e CTC20BT diferiram das demais pelo teste Tukey e apresentaram as menores médias pelo complexo broca da cana com médias de 0,71% e 0,89% respectivamente (Tabela 1).

Os genomas das duas variedades são constituídos com o gene de *Bacillus thuringiensis* (Bt) que expressa duas diferentes proteínas, a Cry1Ac (CTC9001BT) e Cry1Ab (CTC20BT), ambas com características de conferir resistência contra insetos, o que pode explicar os valores baixos de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea Saccharalis* nas duas cultivares.

Um grupo de proteínas são representados pela subclasse Cry1, que inclui as duas mencionadas acima (Cry1Ac e Cry1Ab), que são primariamente tóxicas contra larvas de insetos da ordem lepidópteros, como é o caso da *Diatraea Saccharalis*, devido a uma ligação peculiar com receptores existentes dentro do intestino do inseto (Sá, 2015).

O gene de Bt da cultivar CTC9001BT expressa a proteína cry1Ac que produz uma δ -endotoxina que vem sendo utilizada em produtos bioinseticidas amplamente empregados na agricultura orgânica (CTNbio, 2018). A transgenia tem sido bastante utilizada por pesquisadores para empregar características presentes nos genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*, no desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas.

A tecnologia Bt é dependente de sua preservação e sustentabilidade por meio do plantio e do manejo adequado de áreas de refúgio (CTC, 2021), esta tática requer o plantio de cana não-Bt em uma área, e a mesma sirva como um banco reservatório de insetos suscetíveis à proteína, para que, através da cópula com indivíduos resistentes, o fluxo gênico entre insetos de áreas não transgênicas e transgênicas aconteça, o que causará alteração das frequências alélicas do gene que confere a resistência (Sakuno, 2021). O refúgio deve corresponder a 20% do total de área plantada com cana no talhão/fazenda em até 800 metros, distância máxima de voo da *Diatraea saccharalis* verificada por Caixeta (2010), da lavoura de cana Bt (CTC, 2021).

A cultivar CTC9001, não-Bt, apresentou 2,18% de I.I. (Intensidade de Infestação), enquanto a RB975952, não-Bt, obteve 1,95%, as duas foram as que apresentaram as maiores médias de I.I. (Intensidade de Infestação) (Tabela 1) mas não se diferiram entre si, pois apresentaram médias próximas uma da outra.

Tabela 1. Resultados de I.I. (Intensidade de Infestação) e o Grau de Infestação de *Diatraea saccharalis* em quatro cultivares de cana-de-açúcar em experimento no município de Pedro Afonso, TO.

Cultivares	Intensidade de Infestação (%)		Grau de Infestação
	Dados originais	¹ Dados transformados	
CTC9001BT	0,00	0,71 b	Baixo
CTC20BT	0,47	0,89 b	Baixo
RB975952	3,47	1,95 a	Baixo
CTC9001	4,50	2,18 a	Baixo
P		0,0000	
F _{Trat}		19,011**	
CV%		29,04	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** P<0.01; ¹Valores transformados em raiz quadrada $\sqrt{x + 0,5}$ sendo x valor do parâmetro + constante de 0,5. Fonte: Autores (2022).

Estão na Tabela 1, os valores médios obtidos de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* em quatro cultivares de cana-de-açúcar (CTC9001BT, CTC20BT, RB975952 e CTC9001), juntamente com o grau de infestação da broca.

Devido os valores de I.I. (Intensidade de Infestação) deste estudo terem ficado abaixo de 5% em todos os tratamentos, o grau de infestação de *Diatraea saccharalis* foi considerado baixo em todas as variedades (Tabela 1), conforme proposto por Gallo et al. (2002). Os autores consideram que para este parâmetro, o grau de infestação seja classificado como baixo, quando

este apresenta valores de 0 a 5%, moderado quando de 5 a 10%, regular de 10 a 15%, elevado de 15 a 25% e muito elevado maior que 25%. Segundo Macedo e Macedo (2004), para o nível de dano econômico considera-se 3% de I.I. (Intensidade de Infestação).

A I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* na cana-de-açúcar é um parâmetro indicador da porcentagem de internódios brocados pela praga, é uma indicação das perdas em tonelada de cana/hectare e do teor de sacarose causado por *Diatraea saccharalis*. Trata-se de um índice que possibilita avaliar o ataque na matéria-prima que, após a colheita, é processada (Macedo & Lavorenti, 2004).

O controle de *Diatraea saccharalis* na cana-de-açúcar é realizado atualmente por meio de táticas que auxiliam na diminuição da população da praga, como por exemplo o plantio em épocas que não favorecem o desenvolvimento da broca da cana, o uso de variedades resistentes e o uso de feromônio em armadilhas (Gallo et al., 2002; Cruz et al., 2010). O controle químico e o biológico destacam-se por serem os mais utilizados dentre as táticas de controle.

É preciso critério na utilização de qualquer inseticida químico devido ao hábito da *Diatraea saccharalis*, que fica inacessível ao contato com inseticidas por passar a maior parte de sua fase larval dentro do colmo e, devido ao porte da cultura, pode ser onerosa sua utilização para tais fins (Gallo et al., 2002). Os inseticidas devem ser aplicados antes que as lagartas entrem dentro do colmo para que sejam eficazes, isto é, quando as lagartas são jovens (Cruz, 2007).

Os resultados de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* das duas cultivares de cana-Bt deste estudo (CTC9001BT e CTC20BT) corroboram com outros trabalhos similares a este, onde autores encontraram na bactéria *Bacillus thuringiensis*, resultados promissores para o desenvolvimento de variedades resistentes à broca da cana.

Gianotto et al. (2019), avaliaram a eficácia da variedade CTC9001BT em cinco diferentes regiões do Brasil durante a safra 2017/18, a avaliação da I.I. (Intensidade de Infestação) depois de contínuas infestações artificiais de ovos de *Diatraea saccharalis*, mostraram que quando comparada aos controles não-Bt, sua eficácia média foi acima de 99%.

Foram apresentadas por Braga (2001), duas cultivares de cana transformadas geneticamente com o gene que codifica a proteína Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* para resistência contra *Diatraea Saccharalis*, o autor concluiu que a Cry1Ab é eficiente no controle contra a broca em plantas transformadas, o que fundamenta então, o prosseguimento de trabalhos utilizando o gene Bt, com intuito que variedades geneticamente modificadas com a característica de resistência contra insetos, sejam liberadas comercialmente.

Sakuno (2021), concluiu que a mortalidade de *Diatraea saccharalis* em folha de cana Bt foi superior a cana-de-açúcar não-Bt, mostrando a capacidade de supressão populacional da tecnologia expressando Cry1Ac. No então estudo, foram avaliados os efeitos da cana Bt e não-Bt sobre o ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* e sobre o potencial dos adultos sobreviventes para a propagação da resistência na população.

E Gitahy et al. (2007), selecionaram e apresentaram uma estirpe brasileira de *Bacillus thuringiensis* chamada de S76, ela possui uma letal atividade contra larvas de *Diatraea saccharalis* dez vezes superior que a linhagem comercial HD-1 de *Bt*. Os resultados indicaram a S76 como fonte potencial de genes cry para controlar a broca da cana.

3.2 Análise Tecnológica

Atualmente a qualidade da cana-de-açúcar é determinada por aspectos microbiológicos e físico-químicos. Diversos fatores são capazes de influenciar a qualidade final do produto, tais como variações do clima, tratamentos culturais, manejo de solo e composição da cana (amido, minerais, ácido aconítico, teor de sacarose, compostos fenólicos e açúcares redutores). Bem como fatores extrínsecos, como contaminação por bactérias ou plantas invasoras, fungos, quantidade de terra na cana e leveduras (Ripoli & Ripoli, 2004). Um dos mais importantes fatores que interferem na qualidade da matéria-prima é a sanidade da planta de cana. Colmos sem sinais de deterioração ou podridões são capazes de apresentar elevados teores de açúcares (Nunes Júnior,

2004; Stupiello, 2005).

No parâmetro °Brix, os Teores de Sólidos Solúveis não diferiram entre os tratamentos ($F=1,004$, $P=0,4115$), ou seja, a I.I. (Intensidade de Infestação) não influenciou a ponto dos Teores de Sólidos Solúveis (°Brix) diferirem entre as variedades e, ambas apresentaram valores próximos (Tabela 2). Já Belém (2017), estimando a influência de seis níveis de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* (0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%) na qualidade tecnológica e econômica em variedades de cana-de-açúcar, apresentou dados que na medida que o nível de I.I. (Intensidade de Infestação) aumentou, diminuiu o teor de °Brix.

Por outro lado, no parâmetro TCH (Total de Cana por Hectare), houve diferença ($F=18,409$, $P=0,0000$), as duas cultivares que não chegaram a 1% de I.I. (Intensidade de Infestação) obtiveram as maiores médias de produtividade, porém, somente a CTC20BT (0,89% de I.I.) diferiu com a maior média, apresentando 79,63 t/h, seguida pela CTC9001BT (0,71% de I.I.) com 65,85 t/h. Já dois dos quatro tratamentos com maior I.I. (Intensidade de Infestação) por *Diatraea Saccharalis*, apresentaram médias de produtividade menores quando comparados com os de infestações abaixo de 1%, a CTC9001 (2,18% de I.I.) com 61,48 t/h, que não diferiu da CTC9001BT, e a RB975952 (1,95% de I.I.) com 49,97 t/h, diferindo-se estatisticamente das demais pois apresentou a menor média de TCH (tabela 2).

Dinardo-Miranda et al. (2013), encontrou resultados parecidos em cana soca, onde parcelas infestadas produziram 10% menos quando comparados com as parcelas não infestadas. Segundo Dinardo-Miranda et al. (2012), trabalhando com as cultivares IACSP93-3046, IAC91-1099 e IACSP95-5000, aumentos nos índices de infestação da broca resultam na queda da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, devido ao aumento nos teores de açúcares redutores e à redução nos teores de Pol e Pureza.

No parâmetro Fibra, assim como ocorreu em TCH, também foi encontrada diferença significativa ($F=4,372$, $P=0,0160$) entre os tratamentos, a RB975952 (1,95% de I.I.) juntamente com a CTC9001BT (0,71% de I.I.) alcançaram os maiores teores de Fibra, com médias de 13,09% e 12,86% respectivamente. Enquanto a média obtida pela CTC9001 (2,18% de I.I.) foi de 12,50% e não diferiu das demais. Já a CTC20BT (0,89% de I.I.) obteve o menor valor, 11,40% de teor de Fibra (Tabela 2).

Diferentemente de Dinardo-Miranda et al. (2012), que não observou diferença significativa em relação aos teores de Fibra em colmos com diferentes I.I. (Intensidade de Infestação), em nenhuma das cultivares estudadas, foi analisada pelos autores a influência da infestação de *Diatraea saccharalis* sobre os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em Ribeirão Preto-SP. No entanto, em outro trabalho de 2013 quando a cana-planta foi infestada e danificada pela broca da cana-de-açúcar, as cultivares IACSP94-4004, IACSP96-2042 e SP91-1115 resultaram em maior teor de Fibra (Dinardo-Miranda et al., 2013).

De acordo com Ripoli e Ripoli (2009), o ideal recomendado para cana é que o teor de Fibra varie entre 11 e 13%. As variedades analisadas neste estudo apresentaram teores de Fibra entre 11,40% e 13,09% (Tabela 2), ou seja, praticamente todas apresentaram valor ideal recomendado, exceto a RB975952 (13,09%) por apresentar valor levemente acima de 13%.

Do ponto de vista agrícola, variedades com mais Fibra são geralmente mais resistentes à penetração de pragas do caule, como a *Diatraea Saccharalis*, além de serem menos susceptíveis ao tombamento (Lavanholi, 2010). No entanto, as indústrias sucroalcooleiras requerem 12% de Fibra, pois a capacidade de extração do caldo pode ser reduzida com grandes quantidades de Fibra (Dinardo-Miranda, 2008).

Tabela 2. Resultados de °Brix (Teores de Sólidos Solúveis), TCH (Total de Cana por Hectare), Fibra, Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente) em quatro cultivares de cana-de-açúcar em experimento no município de Pedro Afonso, TO.

Cultivares	°Brix (%)	TCH (t/h)	Fibra (%)	Pureza (%)	Pol Caldo (%)
CTC9001BT	19,37 a	65,85 b	12,86 a	83,60 a	16,21 a
CTC20BT	18,74 a	79,63 a	11,40 b	85,37 a	16,00 a
RB975952	19,99 a	49,97 c	13,09 a	87,15 a	17,43 a
CTC9001	19,58 a	61,48 b	12,50 ab	86,74 a	17,00 a
P	0,4115	0,0000	0,0160	0,0528	0,2547
F _{Trat}	1,004 ^{NS}	18,409**	4,372*	3,040 ^{NS}	1,463 ^{NS}
CV%	6,55	10,90	7,04	2,63	8,14

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** P<0.01; * P<0.05; ^{NS} não significativo em P=0.05. Fonte: Autores (2022).

É mostrado na Tabela 2 acima, os resultados da Análise Tecnológica realizada em função da I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea Saccharalis*. em quatro cultivares de cana-de-açúcar (CTC9001BT, CTC20BT, RB975952 e CTC9001).

O parâmetro Pureza não teve diferença significativa (F=3,040, P=0,0528) entre os tratamentos em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Apesar de não haver diferenças significativas, os tratamentos RB975952 (1,95% de I.I.) e CTC9001 (2,18% de I.I.), com as maiores I.I. (Intensidade de Infestação), foram os que apresentaram maiores quantidades de Pureza, 87,15% e 86,74% respectivamente (Tabela 2). Dinardo-Miranda et al. (2013), encontrou resultados um pouco diferentes, onde parcelas de cana soca infestadas produziram teores de pureza mais baixos e maiores teores de açúcares redutores totais quando comparados com as parcelas não infestadas.

Para o parâmetro Pureza do caldo são recomendáveis valores acima de 85% (Ripoli & Ripoli, 2009), deste modo, exceto a variedade CTC9001BT (83,60% de Pureza), todas as variedades restantes podem ser consideradas aptas ao processamento (Tabela 2). A porcentagem de sacarose existente nos sólidos solúveis é definida como Pureza. Dessa maneira segundo Fernandes (2011), a Pureza expressa qual a porcentagem de sólidos (Brix caldo) é representada pela sacarose (Pol caldo).

No parâmetro Pol Caldo (Sacarose Aparente), não houve diferenças (F=1,463, P=0,2547) entre os tratamentos em função da I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis*, porém, assim como em Pureza, os tratamentos RB975952 (1,95% de I.I.) e CTC9001 (2,18% de I.I.) foram os que tiveram as maiores médias (tabela 2).

Dinardo-Miranda et al. (2012), ao avaliarem a qualidade da cana-de-açúcar sob influência de *Diatraea saccharalis*, observaram que a partir de 12% em diante de I.I. (Intensidade de Infestação) da praga, ocorre redução da Pol no caldo. Neste estudo nenhum dos tratamentos chegaram a 12% de infestação, e sendo assim, não é possível afirmar se ocorreria redução ou não da Pol. Resultados diferentes dos observados por Dinardo-Miranda et al. (2012) foram obtidos por Rossato et al. (2011), onde não houve redução nos teores de Pol e °Brix em 15,80% de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* na variedade SP80-3280.

4. Conclusão

As variedades RB975952 e CTC9001 de cana não-Bt, tiveram infestações de *Diatraea saccharalis* superiores quando comparadas com as cultivares Bt, CTC9001BT e CTC20BT.

Neste estudo, diferenças de I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis* entre as variedades, apresentaram pouca influência sobre os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. Parâmetros como °Brix (Teores de Sólidos Solúveis),

Pureza e Pol Caldo (Sacarose Aparente), não tiveram diferenças significativas entre os tratamentos. Já o TCH (Total de Cana por Hectare), foi maior na variedade que apresentou a segunda menor infestação de broca, ou seja, a CTC20BT. O teor de Fibra foi maior nas cultivares CTC9001BT e RB975952, porém ao compará-las, observa-se que a primeira, respectivamente, teve diferença significativa em relação a segunda por apresentar menor infestação de broca, e, sendo assim, sem influência da I.I. (Intensidade de Infestação) sobre os teores de Fibra.

Sugere-se a continuidade de trabalhos, em diferentes regiões, em experimentos com os mesmos tratamentos e/ou outras variedades, para dessa forma, avaliar o comportamento em relação à *Diatraea saccharalis*, e assim, descobrir variedades menos susceptíveis à broca da cana, de tal modo que se sobressaiam diante dos ataques do inseto, haja vista os prejuízos ocasionados pela mesma na matéria-prima, que é utilizada na produção de diversos derivados da cana-de-açúcar, bem como também os custos elevados de controle da broca.

Recomenda-se também estudos com novas tecnologias, como a cana-de-açúcar geneticamente modificada com o gene de *Bacillus thuringiensis*, que neste estudo, no tocante a I.I. (Intensidade de Infestação) de *Diatraea saccharalis*, se mostrou eficaz apresentando as menores médias.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Belém, C. (2017). *Simulação da intensidade de infestação de Diatraea saccharalis e impactos na qualidade tecnológica e econômica da cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitossanidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO.
- Bertolani, F. C., Joaquim, A. C., & Donzelli, J. L. (2015). Sistema de classificação edafoclimática para a cultura da cana-de-açúcar. In: *Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos (362-373)*. Brasília-DF: Embrapa.
- Braga, D. P. V. (2001). *Caracterização de duas variedades de cana-de-açúcar transformadas geneticamente com o gene que codifica a proteína CryIIa (B) de Bacillus thuringiensis (Bt) para resistência a Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae)*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- Caixeta, D. F. (2010). *Dispersão de machos de Diatraea saccharalis (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar*. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2022). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar - Safra 2022/23, 2º levantamento. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>
- Cruz, I. (2007). A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em milho, no Brasil. *Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica*, 90, 12. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/476711/1/Circ90.pdf>
- Cruz, I., Figueiredo, M., & da Silva, R. B. (2010). Monitoramento de adultos de *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae) em algumas regiões produtoras de milho (*Zea mays* L.) no Brasil. In: *Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo*. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, Goiânia-GO. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25190/1/0459.pdf>
- CTC - Centro de Tecnologia Canavieira. (2021). Bula Técnica CTC9001BT. https://ctc.com.br/produtos/wp-content/uploads/2019/07/Bula-CTC9001BT-2021_nova.pdf
- CTNbio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. (2018). Liberações Comerciais: Parecer Técnico nº 6235. <http://ctnbio.mctic.gov.br/documents/566529/2303448/Parecer+T%C3%A9cnico+n%C2%BA%206235+-+2018/32ce9a68-3a7b-49bc-8285-910c57694f5c>
- Dinardo-Miranda, L. L. (2008). Pragas. In: *Cana-de-açúcar* (pp. 349-404). Campinas: Instituto Agronômico.
- Dinardo-Miranda, L. L., Costa, V. P., Fracasso, J. V., Anjos, I. A., & Lopes, D. O. P. (2013). Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. *Bragantia*, 72(1), 29-34.
- Dinardo-Miranda, L. L., Fracasso, J. V., Anjos, I. A., Garcia, J., & Costa, V. P. (2012). Influência da infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. *Bragantia*, 71(3), 342-345.
- Fernandes, A. C. (2011). *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar* (3ª ed.). Piracicaba: STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos.
- Ferreira, D. F. (2011). *SISVAR Versão 5.8*. Lavras-MG: Editora UFLA - Departamento de Ciências Exatas.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C. de., Berti Filho, E., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J. D., Marchini, L. C., Lopes, J. R. S., & Omoto, C. (2002). *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz.

- Gianotto, A. C., Rocha, M. S., Cutri, L., Lopes, F. C., Dal'Acqua, W., Hjelle, J. J., Lirette, R. P., Oliveira, W. S., & Sereno, M. L. (2019). The insect-protected CTC91087-6 sugar-cane event expresses Cry1Ac protein preferentially in leaves and presents compositional equivalence to conventional sugarcane. *GM Crops Food*, 10(4), 208–219.
- Gitahy, P. D. M., Souza, M. T. D., Monnerat, R. G., Arrigoni, E. D. B., & Baldani, J. I. (2007). A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, 38, 531-537.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). *A geografia da cana-de-açúcar: Dinâmica Territorial da Produção Agropecuária*. Rio de Janeiro: IBGE. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101436>
- Lavanholi, M. G. D. P. (2010). Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar e álcool. In: *Cana-de-açúcar* (pp. 697-722). Campinas: Instituto Agronômico.
- Lopes, F. C. D. C. (2011). *Mapeamento genético de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) por associação empregando marcadores SSR e AFLP*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- Macedo, N., & Lavorenti, N. (2004). Novo método de amostragem de intensidade de infestação da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). *STAB*, 22(3), 32-41.
- Macedo, N., & Macedo, D. (2004). As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. *Visão agrícola*, 1(1), 38-46.
- Nunes Júnior, D., Pinto, A., Trento Filho, E., & Elias, A. (2004). *Indicadores agrícolas do setor sucroalcooleiro: safra 2003/04*. Ribeirão Preto: IDEIA.
- Oliveira, E. R. D., & Mendes, E. D. P. P. (2014). O setor sucroenergético e as transformações espaciais no Brasil: a territorialização da cana-de-açúcar em Frutal (MG). *Revista Territorial-Goiás*, 3(1), 112-132.
- Ripoli, T. C. C., & Ripoli, M. L. C. (2004). *Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente*. Piracicaba: Barros & Marques Editoração Eletrônica.
- Ripoli, T. C. C., & Ripoli, M. L. C. (2009). *Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente* (2. Ed.) Piracicaba-SP.
- Rossato, J. A. D., Fernandes, A. O., Mutton, M. J. R., Higley, L. G., & Madaleno, L. L. (2011) Sugarcane response to two biotic stressors: *Diatraea saccharalis* and *Mahanarva fimbriolata*. *International Sugar Journal*, 113, 453–455.
- Sá, D. M. D. (2015). *Modelos caracterizando a interação entre as toxinas da família CryIA de Bacillus thuringiensis e o receptor BT-R1 de Manduca sexta*. Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.
- Sakuno, C. I. R. (2021). *Efeitos da movimentação de Diatraea saccharalis (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) em sistemas compostos por cana-de-açúcar geneticamente modificada e refúgio*. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- Smith, C. M. (Ed.). (2005). *Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches*. The Netherlands: Springer.
- Stupiello, J. P. (2005). O complexo broca-podridão vermelho. *Sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, 24, 14.